

# 证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日： 2003 01 28

申 请 号： 03 1 03096.3

申 请 类 别： 发明

发明创造名称： 数字传送网上不同的数据帧接入和传送的系统和方法

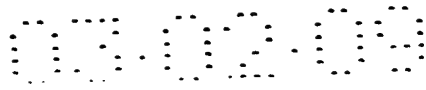
申 请 人： 华为技术有限公司

发明人或设计人： 何志群； 王玉祥

中华人民共和国  
国家知识产权局局长

王 景 川

2003 年 7 月 25 日



丁

## 权 利 要 求 书

1、应用数字传送网上不同的数据帧接入和传送的系统进行数据处理的方法，其中，所述系统包括：至少一个用户网络接口，用于与用户的网络耦合；至少一个网络间接口，用于与所述数字传送网耦合以传送数据；至少一个映射解映射装置；虚拟接口装置，耦合到至少一个用户网络接口且通过映射解映射装置耦合到至少一个网络间接口；控制装置，耦合到虚拟接口装置，以控制所述虚拟接口装置进行数据帧接入和传送，所述的方法包括步骤：

虚拟接口装置对数据帧进行分类；

虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

2、如权利要求1所述的方法，其中，所述控制装置包括：数据处理调度装置，耦合到虚拟接口装置；至少一个虚拟专线装置和/或至少一个虚拟网桥装置和/或至少一个PRP装置，耦合到数据处理调度装置；所述方法还包括步骤虚拟网桥装置对数据帧进行交换。

3、如权利要求1或2所述的方法，其中，所述控制装置包括：数据处理调度装置，耦合到虚拟接口装置；至少一个虚拟专线装置和/或至少一个虚拟网桥装置和/或至少一个PRP装置，耦合到数据处理调度装置；还包括步骤：虚拟专线装置对数据帧进行处理。

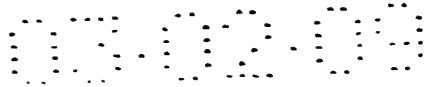
4、如权利要求3所述的的方法，所述虚拟专线装置对数据帧进行处理的步骤包括步骤：对数据帧进行中继，和/或汇聚和/或解汇聚处理。

5、如权利要求1或2所述的的方法，还包括步骤：RPR装置对数据帧进行处理。

6、如权利要求5所述的的方法，所述RPR装置对数据帧进行处理的步骤包括步骤：对数据帧进行数据帧传送终结、和/或数据帧传送中继、和/或数据帧传送开始的处理过程。

7、如权利要求3所述的的方法，还包括步骤：RPR装置对数据帧进行处理。

8、如权利要求7所述的的方法，所述RPR装置对数据帧进行处理的步骤包括步骤：包括数据帧传送终结、和/或数据帧传送中继、和/或数据帧传送开始处理过程。



# 说明书

## 数字传送网上不同的数据帧接入和传送的系统和方法

### 技术领域

本发明涉及数据帧接入和传送的系统和方法，具体涉及数字传送网上不同的数据帧接入和传送的系统和方法。

### 背景技术

由于以太网技术具有易于使用、价格便宜、扩展性良好等诸多优点，以太网技术已经从一种主流的局域网技术，演进到主要的数据业务接入技术，被越来越多的电信运营商应用于城域网的建设中。提供以太网数据服务，已经成为电信运营商的一种潮流和趋势。以太网数据服务包括两种类型：以太网数据专线服务和虚拟局域网服务。

为了描述的方便，下文使用的短语的意义如下：MPLS - 多协议标记交换技术；GFP - 通用定帧技术；VLAN - 虚拟局域网；VMAN - 虚拟城域网；RPR - 弹性分组环。

当前电信运营商最主要的数据传输网络是同步数字传送网(SDH/SONET)。因此如何在同步数字传送网(SDH/SONET)上有效的接入和传送以太网数据帧，满足日益增长的以太网数据服务的需求，是很多电信运营商和电信装置制造商所重点关注的。目前已经有多个电信装置制造商提供了在同步数字传送网(SDH/SONET)上接入和传送以太网数据帧的装置，就装置功能的具体实现方案而言，主要有以下三种：

- (1)数据映射解映射方案。
- (2)网桥方案。
- (3)RPR方案。

图1描绘与本发明相关的现有技术一数据映射解映射方案的装置的框图。装置包括：一个或多个用户网络接口20，用户网络接口为标准的以太网接口。一个或多个网络间接口30，网络间接口为同步数字传送通道。一个或多个映射解映射装置101、102...。每个映射解映射装置对应着一个唯一的用户网络接口和一个唯一的网络间接口。其中，从用户网络接口20处进入装置的数据帧和输出到装置外部的数据帧满足以太网数据标准。从网络间接口30处进入装置的数据帧和输出到装置外部的数据帧满足同步数字传送网标准。

其中，映射解映射装置10将从用户网络接口20处进入装置的以太网数据帧进行映射操作成为同步数字数据帧，并将映射后的数据帧通过网络间接口30输出到装置外部；映射解映射装置10将从网络间接口处进入装置的同步数字数据帧进行解映射操作为以太网数据帧，并将解映射后的数据帧通过用户网络接口输出到装置外部。该装置功能比较简单，只能够提供以太网数据专线服务。

图2A描绘与本发明相关的现有技术二网桥方案的装置的框图。装置包括：一个或多个用户网络接口20，用户网络接口20为标准的以太网接口，一个用户网络接口对应一个唯一的网桥端口。装置还包括：一个或多个网络间接口30，网络间接口30之间为同步数字传送通道。装置还包括：一个网桥装置400，IEEE802.1D和IEEE802.1Q中已经对网桥装置做了详尽的描述，这里不再描述。其中，网桥装置400中包含多个网桥端口，一个网桥端口对应一个唯一的用户网络接口或一个唯一的映射解映射装置。每一个映射解映射装置对应一个唯一的网桥端口和一个唯一的网络间接口。其中，从用户网络接口20处进入装置的数据帧和输出到装置外部的数据帧满足以太网数据标准。从网络间接口30处进入装置的数据帧和输出到装置外部的数据帧满足同步数字传送网标准。

从用户网络接口20处进入装置的数据帧通过与用户网络接口相对应的网桥端口进入网桥装置400，网桥装置400根据数据帧中的地址信息计算出网桥输出端口，通过网桥输出端口将其输出到相应的映射解映射装置102(映射解映射装置对数据帧进行映射操作后输出到网络间接口)；反之亦然。

在网桥方案中，一般允许运营商通过配置，把部分或全部用户网络接口直接和映射解映射装置进行一一对应。在这种情况下，装置中同时采用了上述两种技术方案，我们称之为增强型网桥方案。增强型网桥装置的功能模型如图2B所示：

#### 现有技术二的缺点

(1)不能提供完整的虚拟局域网服务。如果在同一网络的装置上通过用户网络接口同时接入了多个用户，如果这些用户的以太网数据帧的地址空间有冲突，则装置不能进行有效的隔离，无法为用户提供正确的服务。

(2)非增强型网桥无法提供以太网数据专线服务。

(3)一个用户网络接口只能对应一种服务(以太网数据专线服务或虚拟局域网服务)，从而导致了装置的接入能力比较低。很有可能会出现装置的处理能力仍然绰绰有余，但是因为用户网络接口已经使用完毕了，导致运营商为了提高接入能力而不得不购买新的装置。

(4)一个网络间接口只能对应一种服务(以太网数据专线服务或虚拟局域网服务)，从而导致了装置汇聚能力低下。在星型拓扑状的网络中，很有可能会出现装置的处理能力仍然绰绰有余，但是因为网络间接口已经使用完毕了，导致运营商为了提高



8

汇聚能力而不得不购买新的装置。对运营商而言，不仅要增加新的投资，而且也增加了对带宽的浪费。

图3描绘与本发明相关的现有技术三RPR方案的装置的框图。装置包括：一个或多个用户网络接口，用户网络接口为标准的以太网接口。两个网络间接口，网络间接口为同步数字传送通道。一个RPR装置600。IEEE802.17中已经对RPR装置做了详尽的描述。两个映射解映射装置。一个数据处理装置500。数据处理装置500可是数据汇聚解汇聚装置或网桥装置。

其中，对从用户网络接口20处进入的数据帧的处理步骤如下：

步骤1、数据处理装置500对数据帧进行处理(如果数据处理装置为数据汇聚解汇聚装置，则对数据帧进行汇聚处理；如果为网桥装置，则对数据帧进行交换)；

步骤2、数据处理装置500把经过处理后的数据帧传递给RPR装置600；

步骤3、RPR装置600根据数据帧中的地址信息把数据帧发送给相应的映射解映射装置；

步骤4、映射解映射装置对数据帧进行映射操作，通过相对应的网络间接口发送到装置外部。

对从网络间接口处进入的数据帧的处理步骤如下：

步骤1、映射解映射装置对数据帧进行解映射操作，将解映射后的数据帧传递给RPR装置600；

步骤2、RPR装置600对数据帧进行处理后，发送给数据处理装置；

步骤3、数据处理装置500对数据帧进行处理(如果数据处理装置为数据汇聚解汇聚装置，则对数据帧进行解汇聚处理；如果为网桥装置，则对数据帧进行交换)；

步骤4、数据处理装置500根据数据帧中的地址信息找到相对应的用户网络接口，通过用户网络接口把数据帧发送到装置外部。

该现有技术的不足为：

(1)不能够同时提供以太网专线服务和虚拟局域网服务。如果数据处理装置为网桥装置，则不支持以太网专线服务；如果数据处理装置为数据汇聚解汇聚装置，则不支持虚拟局域网服务。

(2)只能使用在环状拓扑的网络中。

### 发明内容

本发明的一个目的是提供一种同步数字传送网上的数据处理调度装置及其以太网数据帧接入和传送的系统和方法，以实现个性化服务，提高设备的可服务性。

根据本发明的一个方面，一种应用数字传送网上不同的数据帧接入和传送的系统进行数据处理的方法，其中，所述系统包括：至少一个用户网络接口，用于与用户的

网络耦合；至少一个网络间接口，用于与所述数字传送网耦合以传送数据；至少一个映射解映射装置；虚拟接口装置，耦合到至少一个用户网络接口且通过映射解映射装置耦合到至少一个网络间接口；控制装置，耦合到虚拟接口装置，以控制所述虚拟接口装置进行数据帧接入和传送，所述的方法包括步骤：

虚拟接口装置对数据帧进行分类；

虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

优选地，所述控制装置包括：数据处理调度装置，耦合到虚拟接口装置；至少一个虚拟专线装置和/或至少一个虚拟网桥装置和/或至少一个PRP装置，耦合到数据处理调度装置；所述方法还包括步骤虚拟网桥装置对数据帧进行交换。

可选地，所述控制装置包括：数据处理调度装置，耦合到虚拟接口装置；至少一个虚拟专线装置和/或至少一个虚拟网桥装置和/或至少一个PRP装置，耦合到数据处理调度装置；还包括步骤：虚拟专线装置对数据帧进行处理。

优选地，所述虚拟专线装置对数据帧进行处理的步骤包括步骤：对数据帧进行中继，和/或汇聚和/或解汇聚处理。

可选地，还包括步骤：RPR装置对数据帧进行处理。

优选地，所述RPR装置对数据帧进行处理的步骤包括步骤：对数据帧进行数据帧传送终结、和/或数据帧传送中继、和/或数据帧传送开始的处理过程。

可选地，还包括步骤：RPR装置对数据帧进行处理。

优选地，所述RPR装置对数据帧进行处理的步骤包括步骤：包括数据帧传送终结、和/或数据帧传送中继、和/或数据帧传送开始处理过程。

本发明的系统和方法有以下优点：

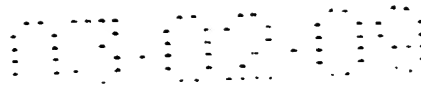
(1)使用本发明的系统和方法，运营商可以根据网络拓扑、用户服务需求、带宽资源等具体情况，通过对装置内部的处理流程进行灵活的调整，最大限度的发挥装置的处理能力和带宽资源的利用率。

(2)使用本发明的系统和方法，可以便捷迅速的为用户提供个性化的服务。运营商可以通过创建新的流程组合，在无需升级和购买装置的前提下，为用户提供一些新的服务。

#### 附图说明

图1描绘现有技术一数据映射解映射方案的框图；

图2A 描绘现有技术二网桥方案的框图；



167

图2B 描绘现有技术二增强的网桥方案的框图；

图3描绘现有技术三RPR方案的框图；

图4描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案的原理框图；

图4(F) 描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案处理数据的流程图；

图4A描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案的虚拟接口装置的原理框图；

图4A(F1) 描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案的虚拟接口装置处理设备接口进入的数据的流程图；

图4A(F2) 描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案的虚拟接口装置处理装置间接口进入的数据的流程图；

图5 描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案的虚拟专线装置的原理框图；

图5(F) 描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案的虚拟专线装置处理装置间接口进入的数据的流程图；

图6 描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案的虚拟网桥装置的原理框图；

图6(F1) 描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案的虚拟网桥装置处理装置间接口进入的数据的流程图；

图6(F2) 描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案的虚拟网桥装置处理装置间接口进入的数据的广播子流程的流程图；

图6(F3) 描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案的虚拟网桥装置处理装置间接口进入的数据的组播子流程的流程图；

图7 描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案的数据处理调度装置的原理框图；

图7(F) 描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案的数据处理调度装置处理进入装置的数据的流程图。

### 具体实施方式

为了更好的阐述本发明的系统和方法，首先简单描述装置的基本功能。通常，任何一个装置都具有以下三种功能：

(1) 输入功能。从装置外部接收信息。

(2) 处理功能。把从装置外部接收到的信息进行加工。

(3) 输出功能。把经过加工的信息输出到装置外部。

对在同步数字传送网 (SDH/SONET) 上接入和传送以太网数据帧的装置而言，

(1) 输入功能：通过用户网络接口和网络间接口，从装置外部接收信息。

(2) 输出功能：通过用户网络接口和网络间接口，把经过加工的信息输出到装置外部。

(3) 处理功能：对在同步数字传送网 (SDH/SONET) 上接入和传送以太网数据帧的装置而言，采用不同的技术方案，装置就具有不同的处理功能；采用不同的技术方案，装置就具有不同的服务能力和服务效率。

另外，本发明中使用的“标准的以太网接口”这个词语其含义如下：

IEEE802.3 中对局域网接口的定义做了详细的描述，在本发明中，把遵循 IEEE802.3 定义的局域网接口称为标准的以太网接口。

现参照附图说明本发明的方案。为了描绘的简洁，在描绘现有技术中描绘过的部件和单元，不再描绘。在下面的所有描绘中，对于前面已描绘的部件和单元，也不重复描绘。

图4描述一种数字传送网上不同的数据帧接入和传送的系统，用于将不同的数据帧接入和相互传送。数字传送网上不同的数据帧接入和传送的系统包括：多个用户网络接口，用于与用户的网络耦合；多个网络间接口，用于与所述数字传送网耦合以传送数据；多个映射解映射装置10；虚拟接口装置80，耦合到用户网络接口且通过映射解映射装置10耦合到网络间接口；数据处理调度装置90，耦合到虚拟接口装置80；多个虚拟专线装置120和一个虚拟网桥装置100和一个PRP装置110，耦合到数据处理调度装置。虽然描绘了多个虚拟专线装置120和一个虚拟网桥装置100和一个PRP装置110，应知道，实际中，虚拟专线装置120和虚拟网桥装置100和PRP装置110中的一个或任两个的组合均可实现本发明。其中数字传送网上不同的数据帧接入和传送的系统输入为：(1)从用户网络接口处进入装置的数据帧；(2)从网络间接口处进入装置的数据帧。数字传送网上不同的数据帧接入和传送的系统的输出为：(1)从用户网络接口处输出到装置外部的数据帧。(2)从网络间接口处输出到装置外部的数据帧。

现参照附图4 (F1) 描绘数字传送网上不同的数据帧接入和传送的系统对从用户网络接口处进入装置的数据帧的处理步骤。

首先，在步骤1，虚拟接口装置根据分类规则对数据帧进行匹配；



在步骤2, 虚拟接口装置根据分类规则修改数据帧, 在数据帧中插入数据分类的编号;

在步骤3, 虚拟接口装置将修改后的数据帧传递给数据处理调度装置;

在步骤4, 数据处理调度装置根据数据帧中数据分类的编号找到相应的处理装置;

在步骤5, 数据处理调度装置把数据帧传递给相应的处理装置, 如果相应的处理装置为虚拟接口装置, 系统跳转到步骤8;

在步骤6, 相应的装置对数据帧进行处理, 在处理结束时, 会对数据分类的编号进行修改, 并把修改后的数据帧传递给数据处理调度装置;

在步骤7, 系统跳转到步骤4;

在步骤8, 虚拟接口装置根据数据帧中数据分类的编号找到相应的设备接口;

在步骤9, 虚拟接口装置修改数据帧信息, 把数据分类的编号从数据帧中删除;

在步骤 10, 虚拟接口装置把修改后的数据帧通过设备接口发送出去(如果设备接口对应的是网络间接口, 输出前必须先通过映射解映射装置进行映射操作)。

数字传送网上不同的数据帧接入和传送的系统对从网络间接口处进入装置的数据帧的处理步骤如下:

在步骤 1, 映射解映射装置对数据帧进行解映射操作;

在步骤 2, 其余的处理步骤与从用户网络接口处进入装置的数据帧的处理步骤相同。

下面主要参照附图描绘数字传送网上不同的数据帧接入和传送的系统的各主要构成部件的结构。

图4A是本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案的虚拟接口装置的原理框图。系统利用虚拟接口装置80, 提高装置的接入能力。通过虚拟接口装置80, 可以把一个设备接口(用户网络接口20或网络间接口30)扩展成多个虚拟接口, 每个虚拟接口分别对应着不同用户和不同的服务。从设备接口(用户网络接口20和网络间接口30)进入装置的数据帧, 通过虚拟接口装置中的虚拟接口处理单元800根据不同用户要求的不同的服务进行分类, 根据分类选择对应的处理流程。不同的处理流程对应规则数据库850中存储的不同规则。控制接口单元根据控制接口输入的指令控制虚拟接口处理单元800进行分类, 并查找规则数据库850中存储的对应规则处理数据。从装置输出的数据帧, 通过虚拟接口装置根据数据帧的分类处理后

找到相应的设备接口输出。由于虚拟接口装置中存放了N个规则，设备接口与规则的对应关系为1:N。虚拟接口装置中的规则是可以动态创建和删除的，因此，可以容易地修改规则，使装置具有良好的适应性，可以根据用户的要求和系统的升级改变。该装置中还包括软件的加载装置（未示出），以加载不同的软件。

其中，虚拟接口处理单元800负责对数据帧进行处理，是处理中心，虚拟接口处理单元中的处理步骤和处理逻辑是固化的，在装置运行期间，是不可以改变的。规则数据库是控制中心，在虚拟接口处理单元对数据帧进行处理的过程中，规则数据库负责提供相关的处理和参数，不同的参数会导致不同的处理行为。在装置运行期间，规则数据库中的规则是可以更新的。控制接口单元向装置外部提供了控制接口，通过控制接口，装置的控制单元可以监测虚拟接口处理单元的工作状况，可以对规则数据库中的规则进行增加、删除、修改和检索操作。规则数据库中存储多个规则，每一规则中包含五部分信息：设备接口编号，数据帧分类编号，数据帧地址偏移，数据帧分类特征值，数据帧比较掩码。

其中，虚拟接口装置通过设备接口与用户网络接口或网络间接口进行连接，用户网络接口或网络间接口与设备接口的对应关系为1:1。虚拟接口装置通过装置间接口与数据处理调度装置进行连接。虚拟接口装置通过控制接口与设备的控制系统进行连接。

现参照图4A（F1），描绘对从设备接口进入虚拟接口装置的数据帧，虚拟接口处理单元的处理步骤：

步骤1：以数据帧进入的设备接口所对应的编号为索引，对规则数据库按设备接口编号关键字进行检索，检索该设备接口所对应的第一个规则；

步骤2：判断检索结果，如果检索结果为空，则丢弃该数据帧，跳转至步骤10执行；

步骤3：根据规则中的数据帧地址偏移，读取数据帧相应的地址偏移处的信息；

步骤4：将读取出来的信息与规则中的数据帧比较掩码进行按位与计算操作；

步骤5：将步骤4的计算结果与规则中的数据帧分类特征值进行比较，如果相等，跳转至步骤8执行；

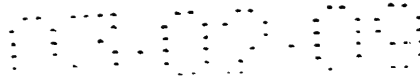
步骤6：对规则数据库进行检索，检索该设备接口所对应的下一个规则；

步骤7：跳转至步骤2执行；

步骤8：修改数据帧，在数据帧的起始位置，插入规则中的数据分类编号信息；

步骤9：把数据帧通过装置间接口发送给数据帧处理调度装置；

步骤10：处理结束。



14

现参照图4A (F2) 描绘对从装置间接口进入虚拟接口装置的数据帧, 虚拟接口处理单元的处理步骤。对从装置间接口进入虚拟接口装置的数据帧, 虚拟接口处理单元的处理步骤如下:

步骤1: 在数据帧的起始位置, 提取出数据分类编号信息;

步骤2: 以分类编号信息为索引, 对规则数据库按数据帧分类编号关键字进行检索;

步骤3: 判断检索结果, 如果检索结果为空, 则丢弃该数据帧, 跳转至步骤 6 执行;

步骤4: 修改数据帧, 去除数据帧起始位置的数据分类编号信息;

步骤5: 根据规则中的设备接口编号, 将数据帧发送到相应的设备接口;

步骤6: 处理结束。

图5 描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案的由虚拟专线装置的原理框图。数字传送网上不同的数据帧接入和传送的系统包括: 多个用户网络接口, 用于与用户的网络耦合; 多个网络间接口, 用于与所述数字传送网耦合以传送数据; 多个映射解映射装置10; 虚拟接口装置80, 耦合到用户网络接口且通过映射解映射装置10耦合到网络间接口; 数据处理调度装置90, 耦合到虚拟接口装置80; 多个虚拟专线装置120和一个虚拟网桥装置100和一个PRP装置110, 耦合到数据处理调度装置。虽然描绘了多个虚拟专线装置120和一个虚拟网桥装置100和一个PRP装置110, 应知道, 实际中, 虚拟专线装置120和虚拟网桥装置100和PRP装置110中的一个或任两个的组合均可实现本发明。在虚拟专线装置中, 虚拟专线处理单元8001耦合到装置间接口, 以处理装置间接口的数据。虚拟专线处理单元8001还耦合到规则数据库和控制接口单元。控制接口单元通过控制接口与外界进行数据交互。

本发明通过虚拟专线装置来提高装置的汇聚能力。虚拟专线装置中存放了多个汇聚规则、多个解汇聚规则和多个中继规则(中继规则为可选项, 在一些简单的虚拟专线装置中, 可以不需要中继规则)。数据分类与规则的对应关系为1:1。虚拟专线装置中的规则是可以动态创建和删除的。虚拟专线装置通过为数据帧在发送前增加标签, 在传送中更换标签, 和在数据帧的目的地去除标签的方式来实现多个不同用户的数据帧在同一物理通道上的隔离、传送和共享。一个虚拟专线装置中包含一个虚拟专线处理单元和一个规则数据库。

虚拟专线处理单元有两个主要功能:

(a) 检测出控制报文，并把控制报文通过控制接口单元交给装置的控制系統处理；

(b) 对非控制报文的数据帧进行汇聚或解汇聚或中继处理。

虚拟专线处理单元是装置的处理中心，虚拟专线处理单元中固化了以下三部分的内容：

- (a) 控制报文的格式；
- (b) 对数据帧的处理步骤和逻辑；
- (c) 规则数据库中规则的格式；

规则数据库负责控制虚拟专线处理单元的处理行为，是控制中心，规则数据库中的规则是可以动态更新的。规则数据库中可存储多个规则，每一规则中包含四部分信息：输入数据帧分类编号，规则类型（汇聚/解汇聚/中继），标签编号，输出数据帧分类编号。

其中，虚拟专线装置通过装置间接口与数据处理调度装置进行连接；虚拟专线装置通过控制接口与设备的控制系统进行连接。

虚拟专线装置的实现有多种技术方案，在不同的技术方案下，虚拟专线处理单元中对数据

帧的处理步骤和逻辑是一致的。此时主要的区别有：

(a) 规则数据库中的规则的格式，例如规则中标签的长度和标签在数据帧中的位置都是不一样的；

(b) 虚拟专线处理单元中的控制报文的格式。

从可扩充性和兼容性方面考虑，本发明建议使用MPLS技术或GFP技术或VMAN技术或嵌套VLAN技术来实现虚拟专线装置。装置制造商也可以采用自定义的标签格式（或自定义的数据帧封装）来实现虚拟专线装置。装置中可以同时支持多个采用不同技术方案的虚拟专线装置。

图5(F)是虚拟专线处理的流程图，对从装置间接口进入装置的数据帧，虚拟专线处理单元的处理步骤如下：

步骤1：判断数据帧是否为控制报文，如果为非控制报文，则跳转至步骤3执行；

步骤2：通过控制接口单元，将数据帧传送给外部的控制系统，跳转至步骤12执行；

步骤3: 在数据帧的起始位置, 提取出输入数据分类编号信息;

步骤4: 以输入数据分类编号信息为关键字, 对规则数据库进行检索;

步骤5: 判断检索结果, 如果检索结果为空, 则丢弃该数据帧, 跳转至步骤 1  
2 执行;

步骤6: 判断规则类型, 如果是汇聚规则, 跳转至步骤 7 执行; 如果是解汇聚规则, 跳转至步骤 8 执行; 如果是中继规则, 跳转至步骤 9 执行;

步骤7: 修改数据帧, 在数据帧中的特定位置插入规则中所定义的标签编号, 跳转至步骤10执行;

步骤8: 修改数据帧, 在数据帧中的特定位置去除标签编号的信息, 跳转至步骤 10执行;

步骤9: 修改数据帧, 把数据帧中的特定位置的标签编号更换为本规则中所定义的标签编号;

步骤10: 修改数据帧, 用规则中所定义的输出数据帧分类编号替换数据帧起始位置的数据分类编号信息;

步骤11: 把数据帧通过装置间接口发送给数据帧处理调度装置;

步骤12: 处理结束。

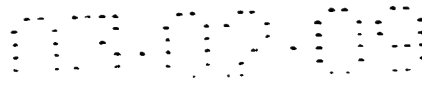
图6 描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案的虚拟网桥装置的原理框图。本发明通过虚拟网桥装置来解决用户以太网数据帧地址空间限制问题。一个虚拟网桥装置上可以提供多个虚拟网桥。虚拟网桥具有网桥装置的所有功能和特性。但与网桥装置不同的是, 虚拟网桥是可以动态创建和删除的。在装置运行期间, 运营商用户可以动态的创建或删除多个虚拟网桥, 因为每个虚拟网桥都具有独立的地址空间, 所以运营商可以通过使用不同的虚拟网桥为地址空间有冲突的用户提供虚拟局域网服务。

运营商可以象配置网桥一样配置虚拟网桥。虚拟网桥对网桥的功能进行了进一步的扩展, 支持基于VLAN域的交换操作。虚拟网桥装置中包含一个虚拟网桥处理单元802、一个组播数据库856、一个控制接口单元、一个转发数据库852和一个虚拟网桥数据库854。

虚拟网桥处理单元有三个主要功能:

(a) 检测出控制报文, 并把控制报文通过控制接口单元交给装置的控制系統处理;

(b) 地址学习功能, 并把学习到的知识保存在转发数据库中;



)

(c) 对非控制报文的数据帧进行交换处理, 修改数据帧中的数据分类信息;

虚拟网桥处理单元是装置的处理中心, 它固化了以下五部分的内容:

- (a) 控制报文的格式;
- (b) 对数据帧的处理步骤和逻辑;
- (c) 转发数据库中转发表项的格式;
- (d) 组播数据库中组播表项的格式;
- (e) 虚拟网桥数据库表项的格式

虚拟网桥数据库、组播数据库和转发数据库负责控制虚拟网桥处理单元的处理行为, 在设备运行期间, 数据库中的内容是可以更新的。组播数据库和转发数据库中的表项具有完全

相同的数据格式, 每一表项包含以下信息:

- (a) 虚拟网桥编号;
- (b) 虚拟网桥输入端口;
- (c) 输入的目标地址;
- (d) 输入的VLAN编号;
- (e) 输入的VLAN编号;
- (f) 虚拟网桥输出端口;

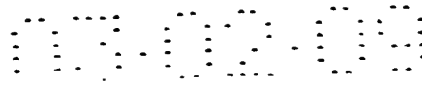
在组播数据库中, 数据库的码为所有字段的组合; 在转发数据库中, 数据库的码为除虚拟网桥输出端口外所有字段的组合。

虚拟网桥数据库中的每一表项包含以下信息:

- (a) 输入的分类编号;
- (b) 虚拟网桥编号;
- (c) 端口号;
- (d) 输出的分类编号;

通过控制接口, 装置外部的控制系统可以实现以下功能:

- (a) 对上述数据库中的内容进行增加、删除、修改和检索操作;
- (b) 对虚拟网桥处理单元的工作状况进行监控。



18

其中，虚拟网桥装置通过装置间接口与数据处理调度装置进行连接。虚拟网桥装置通过控制接口与设备的控制系统进行连接。

图6（F1）描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案的虚拟网桥装置处理装置间接口进入的数据的流程图。对从装置间接口进入装置的数据帧，虚拟网桥处理单元的处理步骤。

首先，在步骤1：判断数据帧是否为控制报文，如果为非控制报文，则跳转至步骤3执行；

在步骤2：通过控制接口单元，将数据帧传送给外部的控制系统，跳转至步骤17执行；

在步骤3：在数据帧的固定位置，提取出输入数据分类编号信息、目标地址、源地址、VLAN编号、VMAN编号（可选）；

在步骤4：以提取的数据分类编号信息作为关键字，对虚拟网桥数据库进行检索；

在步骤5：判断检索结果，如果检索结果为空，则丢弃此数据帧，跳转至步骤17执行；

在步骤6：从检索结果中取出虚拟网桥编号和端口号信息；

在步骤7：进行源地址学习，根据学习结果，更新转发数据库；

在步骤8：判断目标地址是否为组播地址，如果为组播地址，则首先执行组播子流程，然后跳转至步骤17执行；

在步骤9：判断目标地址是否为广播地址，如果为广播地址，则首先执行广播子流程，然后跳转至步骤17执行；

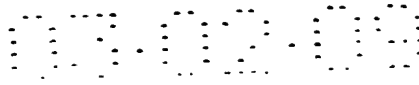
在步骤10：以虚拟网桥编号、输入端口、目的地址、VLAN编号、VMAN编号（可选）作为关键字，对转发数据库进行检索；

在步骤11：判断检索结果，如果检索结果为空，则首先执行广播子流程，然后跳转至步骤17执行；

在步骤12：从检索结果中提取输出端口号的信息；

在步骤13：以虚拟网桥编号和输出端口号作为关键字，对虚拟网桥数据库进行检索；

在步骤14：判断检索结果，若检索结果为空，则丢弃此数据帧，跳转至步骤17执行；



8.

在步骤15: 从检索结果中提取输出分类编号的信息, 并对数据帧进行修改, 把数据帧中的分类编号更换为输出数据分类编号;

在步骤16: 把修改后的数据帧通过装置间接口输出到装置外部;

在步骤17: 处理结束。

图6 (F2) 描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案的虚拟网桥装置处理装置间接口进入的数据的广播子流程的流程图; 对广播子流程中的处理步骤如下:

步骤1: 以虚拟网桥编号作为关键字, 对虚拟网桥数据库进行检索, 搜索该虚拟网桥所对应的第一个表项;

步骤2: 判断检索结果, 若检索结果为空, 则丢弃此数据帧, 跳转至步骤7执行;

步骤3: 把检索结果中的输入分类编号和数据帧中的分类编号进行比较, 如果二者相等, 跳转至步骤6执行;

步骤4: 复制数据帧, 从检索结果中提取输出分类编号的信息, 并对复制数据帧进行修改, 把复制数据帧中的分类编号更换为输出数据分类编号;

步骤5: 把修改后的复制数据帧通过装置间接口输出到装置外部;

步骤6: 以虚拟网桥编号作为关键字, 对虚拟网桥数据库进行检索, 搜索该虚拟网桥所对应的下一个表项, 跳转至步骤2执行;

步骤7: 子流程结束。

图6 (F3) 描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案的虚拟网桥装置处理装置间接口进入的数据的组播子流程的流程图。组播子流程中的处理步骤如下:

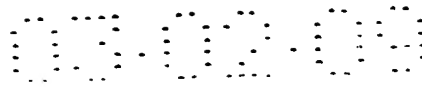
步骤1: 以虚拟网桥编号、输入端口、目的地址、VLAN编号、VMAN编号(可选)作为关键字, 对组播数据库进行检索, 搜索这些关键字所对应的第一个表项;

步骤2: 判断检索结果, 若检索结果为空, 则丢弃此数据帧, 跳转至步骤9执行;

步骤3: 把检索结果中的输出端口号和提取的输入端口号(在虚拟网桥数据库中, 数据帧的分类编号所对应的输入端口号)进行比较, 如果二者相等, 跳转至步骤8执行;

步骤4: 以虚拟网桥编号和输出端口号作为关键字, 对虚拟网桥数据库进行检索;





步骤5: 判断检索结果, 如果检索结果为空, 则丢弃此数据帧, 跳转至步骤 9 执行;

步骤6: 复制数据帧, 从检索结果中提取输出分类编号的信息, 并对复制数据帧进行修改, 把复制数据帧中的分类编号更换为输出数据分类编号;

步骤7: 把修改后的复制数据帧通过装置间接口输出到装置外部;

步骤8: 以虚拟网桥编号、输入端口、目的地址、VLAN编号、VMAN编号(可选)作为关键字, 对组播数据库进行检索, 搜索下一个表项, 调整至步骤 2 执行;

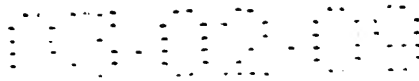
步骤9: 子流程结束。

图7 描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的数据处理调度装置的原理框图。数字传送网上不同的数据帧接入和传送的系统包括: 多个用户网络接口, 用于与用户的网络耦合; 多个网络间接口, 用于与所述数字传送网耦合以传送数据; 多个映射解映射装置10; 虚拟接口装置80, 耦合到用户网络接口且通过映射解映射装置10耦合到网络间接口; 数据处理调度装置90, 耦合到虚拟接口装置80; 多个虚拟专线装置120和一个虚拟网桥装置100和一个PRP装置110, 耦合到数据处理调度装置。虽然描绘了多个虚拟专线装置120和一个虚拟网桥装置100和一个PRP装置110, 应知道, 实际中, 虚拟专线装置120和虚拟网桥装置100和PRP装置110中的一个或任两个的组合均可实现本发明。在数据处理调度装置中, 数据处理调度装置耦合到多个装置间接口, 以处理装置间接口的数据。数据处理调度装置还耦合到处理流程数据库和控制接口单元。控制接口单元通过控制接口与外界进行数据交互。

本发明通过数据处理调度装置来实现个性化的服务, 提高设备的可服务性。数据处理调度装置中存放了多个处理流程。处理流程与数据帧分类的对应关系为1:1。数据调度处理装置根据数据帧的分类找到相应的处理流程, 并且根据处理流程, 通知相应的其他装置对数据帧进行处理。数据帧处理调度装置中的处理流程是可以动态创建、修改和删除的。在装置运行期间, 运营商可以因地制宜, 通过动态的增加、修改和删除数据处理调度装置中的处理流程, 来迅速便捷的为用户提供个性化服务, 最大限度的发挥装置的功效。

数据处理调度单元是装置的处理中心的处理步骤是固化的。数据处理调度单元有多个装置间接口, 每一个装置间接口对应着一个唯一的外部装置。装置间接口与外部装置的对应关系也是固化的。

处理流程数据库是装置的控制中心, 数据库的内容可以进行动态更新。处理流程数据库中的每一个处理流程包含以下信息:



71

(a) 数据帧的分类编号

(b) 装置间接口编号

数据处理调度装置通过装置间接口与其它装置进行连接，每一装置间接口对应着一个虚拟网桥装置或虚拟专线装置或RPR装置或虚拟接口装置。数据处理调度装置通过控制接口与设备的控制系统进行连接。

图7(F)描绘本发明的同步数字传送网上以太网数据帧接入和传送的系统的优选实施方案的数据处理调度装置处理进入装置的数据的流程图。数据处理调度单元对进入装置的数据帧的处理步骤如下：

步骤1：提取数据帧中的分类编号的信息；

步骤2：以提取的分类编号为索引，对处理流程数据库进行检索；

步骤3：判断检索结果，如果检索结果为空，则丢弃此数据帧，跳转至步骤6执行；

步骤4：从检索结果中提取出装置间接口编号信息；

步骤5：通过与装置间接口编号所对应的装置间接口，将数据帧发送到装置外部；

步骤6：处理结束。

该系统的应用：

运营商利用图4的系统可为用户提供以太网服务，对应着若干处理流程的组合。运营商可以根据网络拓扑、用户的服务需求、带宽资源的情况灵活的定义和选择所需要的处理流程组合。经常使用的处理流程的组合有以下几种：

处理流程组合1：

(1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类；

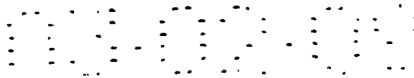
(2) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

处理流程组合2：

(1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类；

(2) 虚拟网桥装置对数据帧进行交换；

(3) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。



W

处理流程组合3:

- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;
- (2) 虚拟专线装置对数据帧进行处理(中继、汇聚或解汇聚处理);
- (3) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

处理流程组合4:

- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;
- (2) RPR装置对数据帧进行处理(数据帧传送终结、数据帧传送中继、数据帧传送开始);
- (3) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

处理流程组合5:

- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;
- (2) 虚拟网桥装置对数据帧进行交换;
- (3) 虚拟专线装置对数据帧进行汇聚;
- (4) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

处理流程组合6:

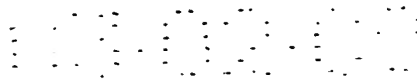
- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;
- (2) 虚拟专线装置对数据帧进行解汇聚;
- (3) 虚拟网桥装置对数据帧进行交换;
- (4) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

处理流程组合7:

- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;
- (2) 虚拟专线装置对数据帧进行解汇聚;
- (3) 虚拟网桥装置对数据帧进行交换;
- (4) 虚拟专线装置对数据帧进行汇聚;
- (5) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

处理流程组合8:

- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;



23

- (2) RPR装置终结数据帧的传送;
- (3) 虚拟网桥装置对数据帧进行交换;
- (4) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

处理流程组合9:

- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;
- (2) 虚拟网桥装置对数据帧进行交换;
- (3) RPR装置开始数据帧的传送;
- (4) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

处理流程组合10:

- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;
- (2) RPR装置终结数据帧的传送;
- (3) 虚拟网桥装置对数据帧进行交换;
- (4) RPR装置开始数据帧的传送;
- (5) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

处理流程组合11:

- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;
- (2) 虚拟专线装置对数据帧进行汇聚;
- (3) RPR装置开始数据帧的传送;
- (4) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

处理流程组合12:

- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;
- (2) RPR装置终结数据帧的传送;
- (3) 虚拟专线装置对数据帧进行解汇聚;
- (4) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

处理流程组合13:

- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;
- (2) RPR装置终结数据帧的传送;

- (3) 虚拟专线装置对数据帧进行中继;
- (4) RPR装置开始数据帧的传送;
- (5) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

处理流程组合14:

- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;
- (2) RPR装置终结数据帧的传送;
- (3) 虚拟专线装置对数据帧进行解汇聚;
- (4) 虚拟网桥装置对数据帧进行交换;
- (5) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

处理流程组合15:

- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;
- (2) 虚拟网桥装置对数据帧进行交换;
- (3) 虚拟专线装置对数据帧进行汇聚;
- (4) RPR装置开始数据帧的传送;
- (5) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

处理流程组合16:

- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;
- (2) RPR装置终结数据帧的传送;
- (3) 虚拟专线装置对数据帧进行解汇聚;
- (4) 虚拟网桥装置对数据帧进行交换;
- (5) 虚拟专线装置对数据帧进行汇聚;
- (6) RPR装置开始数据帧的传送;
- (7) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

处理流程组合17:

- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;
- (2) 虚拟专线装置对数据帧进行解汇聚;
- (3) RPR装置终结数据帧的传送;
- (4) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

处理流程组合18:

- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;
- (2) RPR 装置开始数据帧的传送;
- (3) 虚拟专线装置对数据帧进行汇聚;
- (4) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

### 处理流程组合19:

- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;
- (2) 虚拟专线装置对数据帧进行解汇聚;
- (3) RPR装置中继数据帧的传送;
- (4) 虚拟专线装置对数据帧进行汇聚;
- (5) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

### 处理流程组合20:

- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;
- (2) 虚拟专线装置对数据帧进行解汇聚;
- (3) RPR装置终结数据帧的传送;
- (4) 虚拟网桥装置对数据帧进行交换;
- (5) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

### 处理流程组合21:

- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;
- (2) 虚拟网桥装置对数据帧进行交换;
- (3) RPR装置开始数据帧的传送;
- (4) 虚拟专线装置对数据帧进行汇聚;
- (5) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

处理流程组合22:

- (1) 虚拟接口装置对数据帧进行分类;
- (2) 虚拟专线装置对数据帧进行解汇聚;
- (3) RPR装置终结数据帧的传送;

- (4) 虚拟网桥装置对数据帧进行交换;
- (5) RPR装置开始数据帧的传送;
- (6) 虚拟专线装置对数据帧进行汇聚;
- (7) 虚拟接口装置将数据帧输出到相应的设备接口。

在实现装置的具体功能的时候, 装置制造商可以完全或部分采用本系统和方法。对于一些功能比较简单的装置, 部分装置是可以不需要的。功能比较简单的装置中, 处理流程也是非常简单的, 装置制造商甚至可以通过固定各装置之间的连接关系, 从而对处理流程进行固化, 达到省略掉数据调度处理装置的目的。例如对于仅仅提供以太网数据专线服务的设备而言, 装置中可以仅包括以下装置:

- (1) 一个或多个用户网络接口
- (2) 一个或多个网络间接口和映射解映射装置
- (3) 虚拟接口装置
- (4) 虚拟专线装置

该装置中支持的处理流程组合:

- (1) 处理流程组合1;
- (2) 处理流程组合3。

使用本发明的系统和方法, 可以为用户提供完整的虚拟局域网服务。使用本发明的系统和方法, 消除了对用户网络接口上的以太网数据帧地址空间的限制。当一个网络的装置上接入多个用户的以太网数据帧的时候, 对用户以太网数据帧的地址空间没有任何限制。

使用本发明的系统和方法, 可以同时在一个设备接口(用户网络接口或网络间接口)上支持虚拟局域网服务和以太网数据专线服务, 可以同时在一个设备接口上接入和汇聚多个用户的以太网数据帧, 极大的提高了装置的接入和汇聚能力。

使用本发明的系统和方法, 运营商可以根据网络拓扑、用户需求、带宽资源等具体情况, 通过对装置内部的处理流程进行灵活的调整, 最大限度的发挥装置的处理能力和带宽资源的利用率。

使用本发明的系统和方法, 可以便捷迅速的为用户提供个性化的服务。运营商可以通过创建新的流程组合, 在无需升级和购买装置的前提下, 为用户提供新的服务。

通过本发明，对从设备接口进入装置的数据，先进行分类，再进行处理，不同的数据分类对应着不同的处理流程；这由虚拟接口装置实现。

现有的技术方案和装置实现中，有一个假设：从一个设备接口进来的数据帧是同一类数据帧；不同类型的数据帧一定是通过不同的设备接口进入装置的。因此，在以前的技术方案和装置实现中，从一个设备接口进来的数据帧有共同的处理流程，处理流程和装置接口的对应关系为  $1:n$ 。因此如果要接入的数据类型很多的话，往往会出现装置的处理能力仍然有很多富余，但是已经没有空闲的设备接口来接入业务了。

而在本发明的系统和方法中，从一个设备接口进来的数据帧可以包含多种类型，不同类型的数据帧的处理流程可以是截然不同的，处理流程和设备接口的对应关系为  $m:n$ 。

另外，本发明使处理流程可以进行任意的组合；数据处理调度装置和它所使用的处理流程组合是本发明的重要组成部分。

在现有的技术方案和装置实现中，没有数据处理调度装置，装置中仅仅支持若干种固定的处理流程，灵活性和弹性不足。实际上，运营商对装置功能的要求是不断变化的。

缺少灵活性和弹性的装置不能很好的适应环境的变化。本发明中，运营商用户可以对装置的处理流程进行动态更新，运营商用户可以选择装置提供的流程组合，也可以根据情况，自己创造和编写新的流程组合。22种处理流程组合是有机的组合。

在现有的技术方案和装置实现中，网桥装置的数目是固定的，只能通过对用户的数据帧地址空间做限制的方式来避免出现用户数据帧的地址空间冲突的情况。而本发明中，本发明的虚拟网桥装置，可以动态的增加虚拟网桥，每个虚拟网桥的地址空间都是独立的，不同的虚拟网桥对应着不同的用户，因此本发明对用户的数据帧地址空间没有任何限制。

另外，通过为数据帧在发送前增加标签，在传送中更换标签，和在数据帧的目的地去除标签的方式来实现多个不同用户的数据帧在同一物理通道上的隔离、传送和共享，实现了本发明的虚拟专线装置。

虽然通过实施例描述了本发明，本领域一般技术人员知道，不脱离本发明的精神，可以有许多改进和变形，这些改进和变形及等效变换均在本发明的保护范围内。



00000000

28

2f

说明书附图

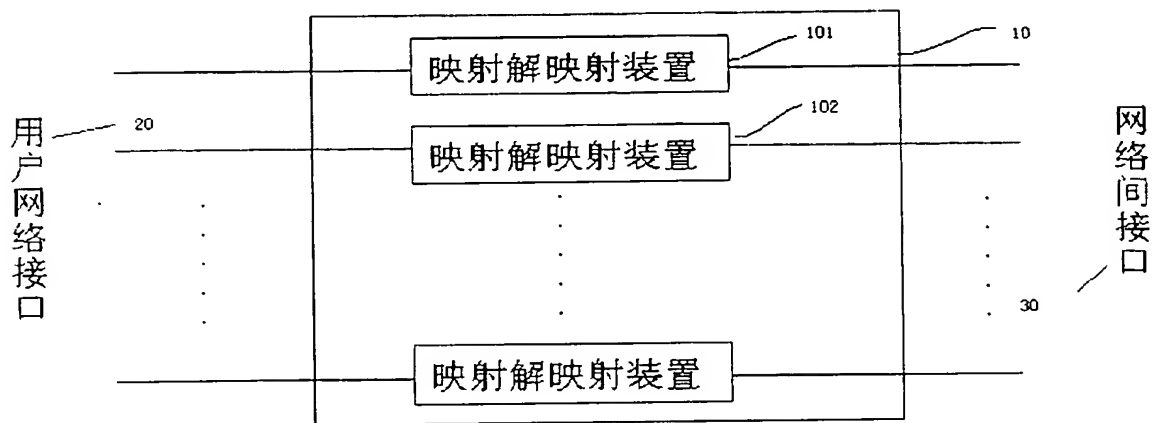


图1

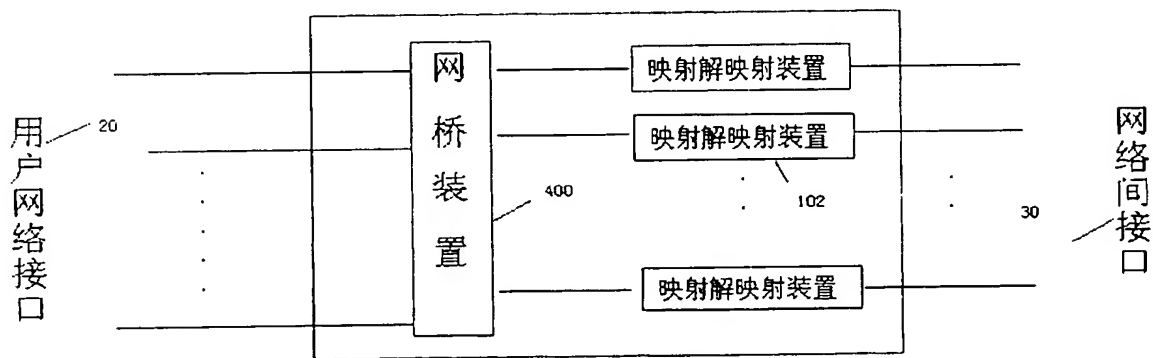


图2A

用户网络接口

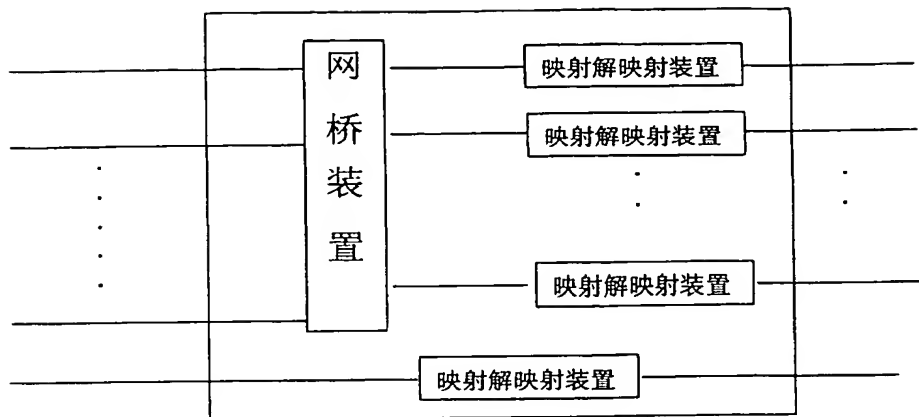


图2B

用户网络接口

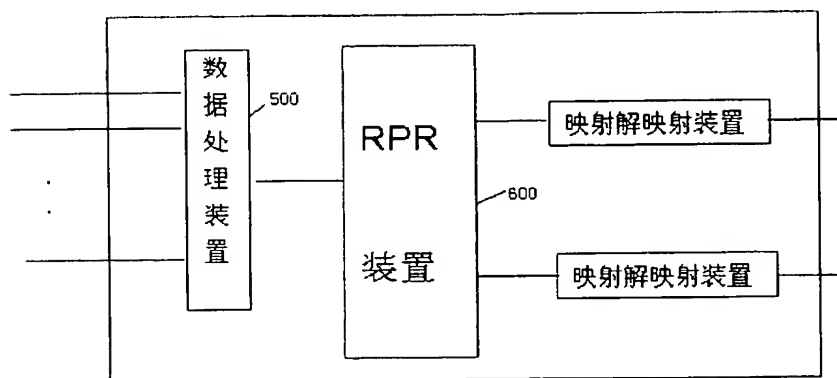


图3

1. The first group of students (Group A) was assigned to the traditional lecture-based learning method. They received a 10-minute lecture on the topic of "The Role of the Teacher in the Classroom."

2. The second group of students (Group B) was assigned to the interactive learning method. They participated in a 10-minute interactive activity where they discussed the role of the teacher in the classroom.

3. The third group of students (Group C) was assigned to the self-paced learning method. They watched a 10-minute video on the role of the teacher in the classroom.

4. The fourth group of students (Group D) was assigned to the collaborative learning method. They worked in small groups to discuss the role of the teacher in the classroom.

5. The fifth group of students (Group E) was assigned to the flipped classroom method. They watched a 10-minute video on the role of the teacher in the classroom before class.

6. The sixth group of students (Group F) was assigned to the blended learning method. They watched a 10-minute video on the role of the teacher in the classroom before class and then participated in a 10-minute interactive activity.

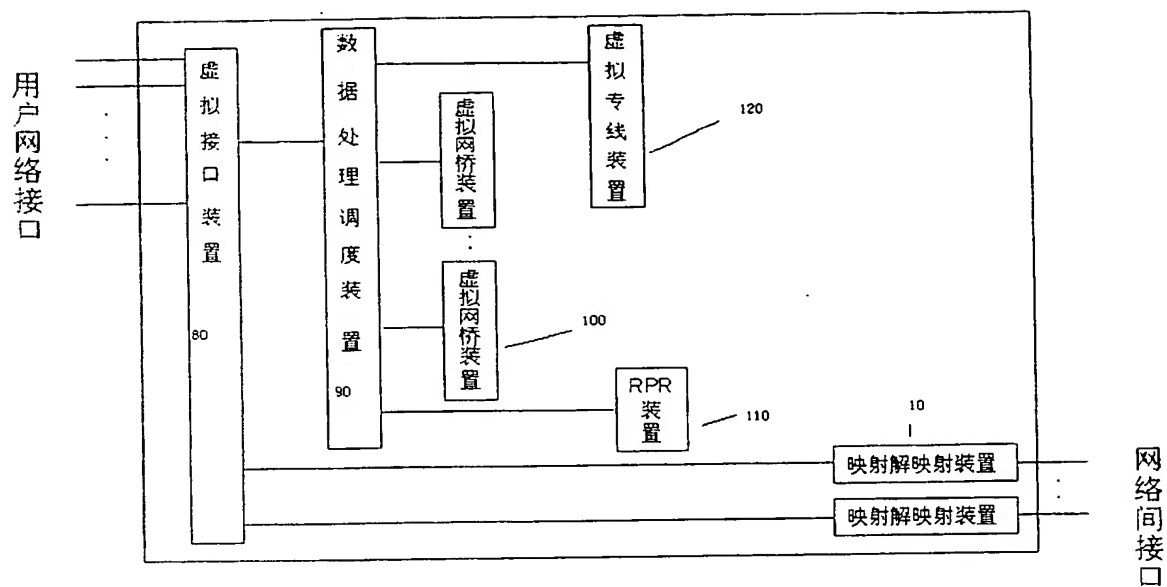
7. The seventh group of students (Group G) was assigned to the flipped classroom method. They watched a 10-minute video on the role of the teacher in the classroom before class.

8. The eighth group of students (Group H) was assigned to the blended learning method. They watched a 10-minute video on the role of the teacher in the classroom before class and then participated in a 10-minute interactive activity.

9. The ninth group of students (Group I) was assigned to the flipped classroom method. They watched a 10-minute video on the role of the teacher in the classroom before class.

10. The tenth group of students (Group J) was assigned to the blended learning method. They watched a 10-minute video on the role of the teacher in the classroom before class and then participated in a 10-minute interactive activity.

31



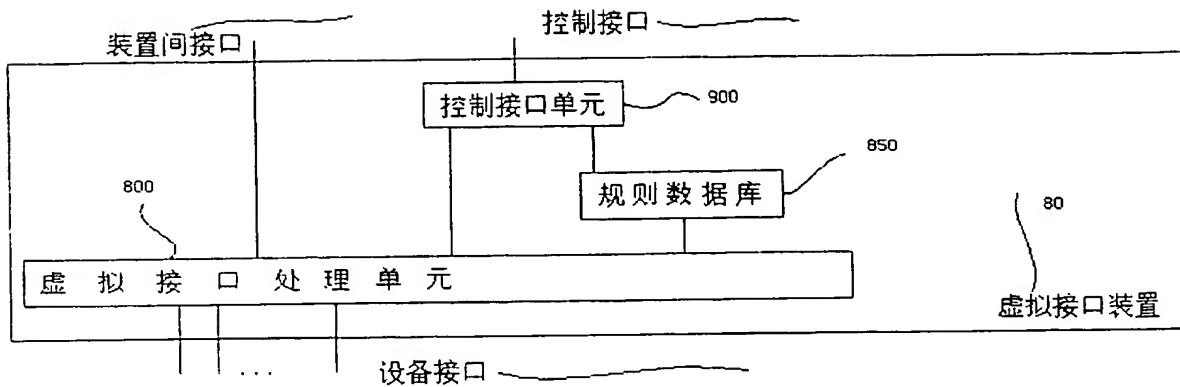


图4A

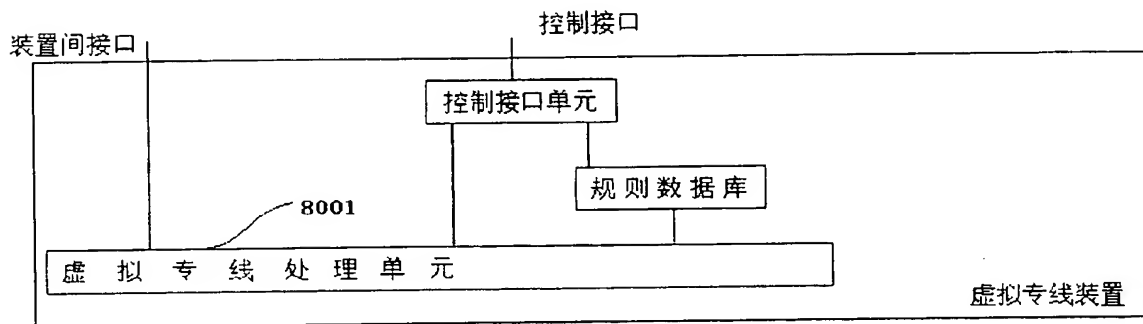


图5

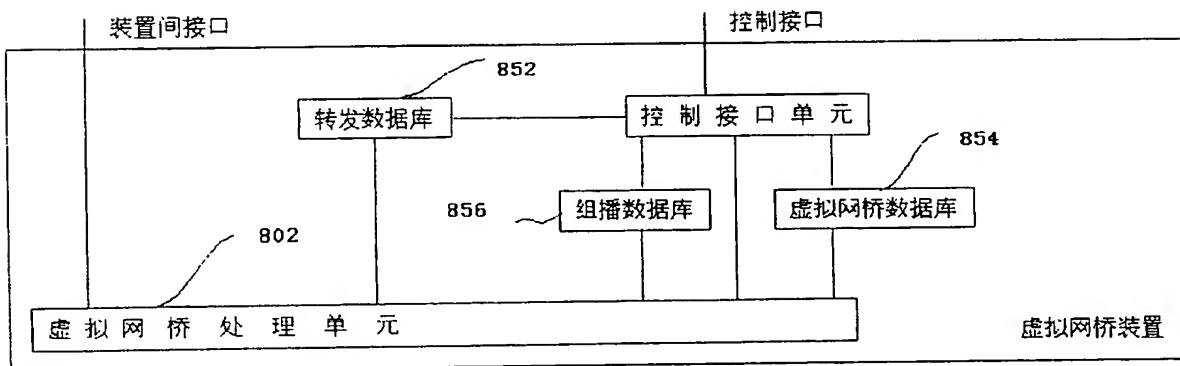


图6

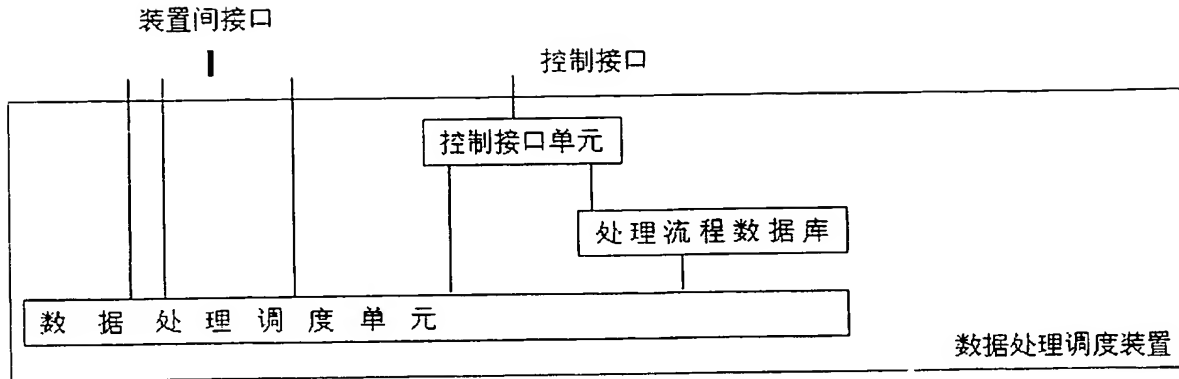


图7

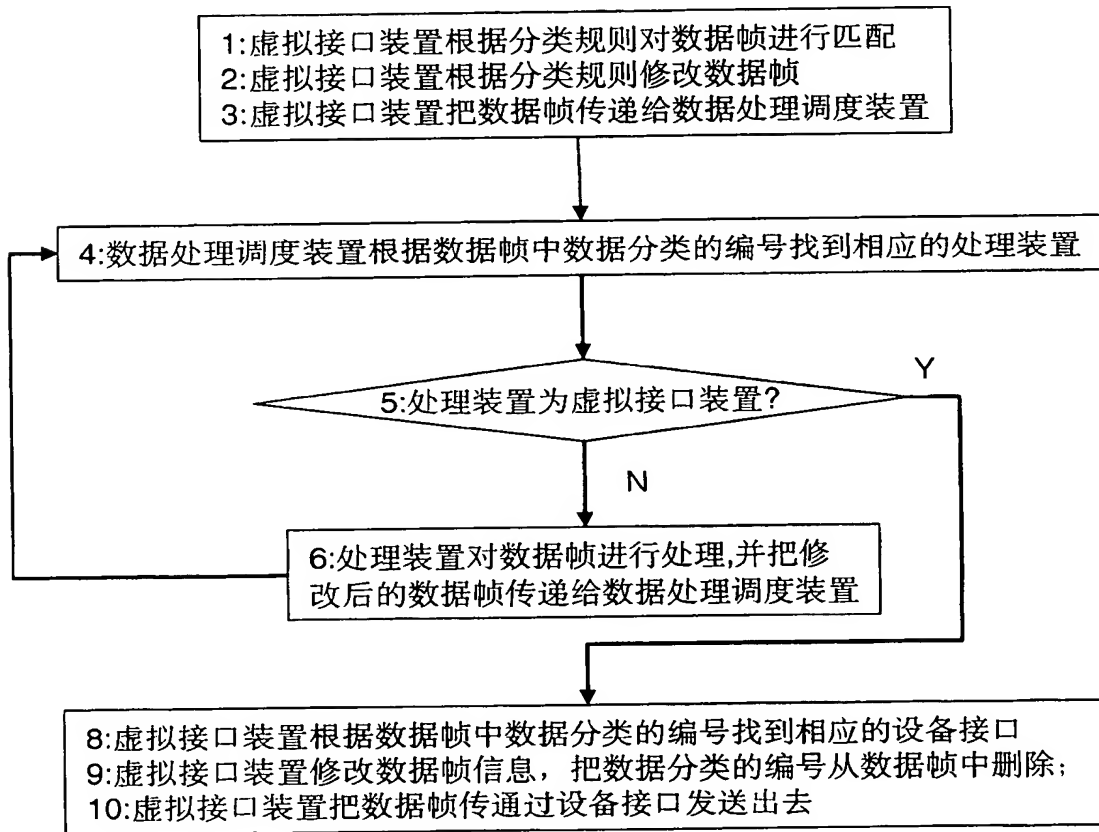


图4 (F)

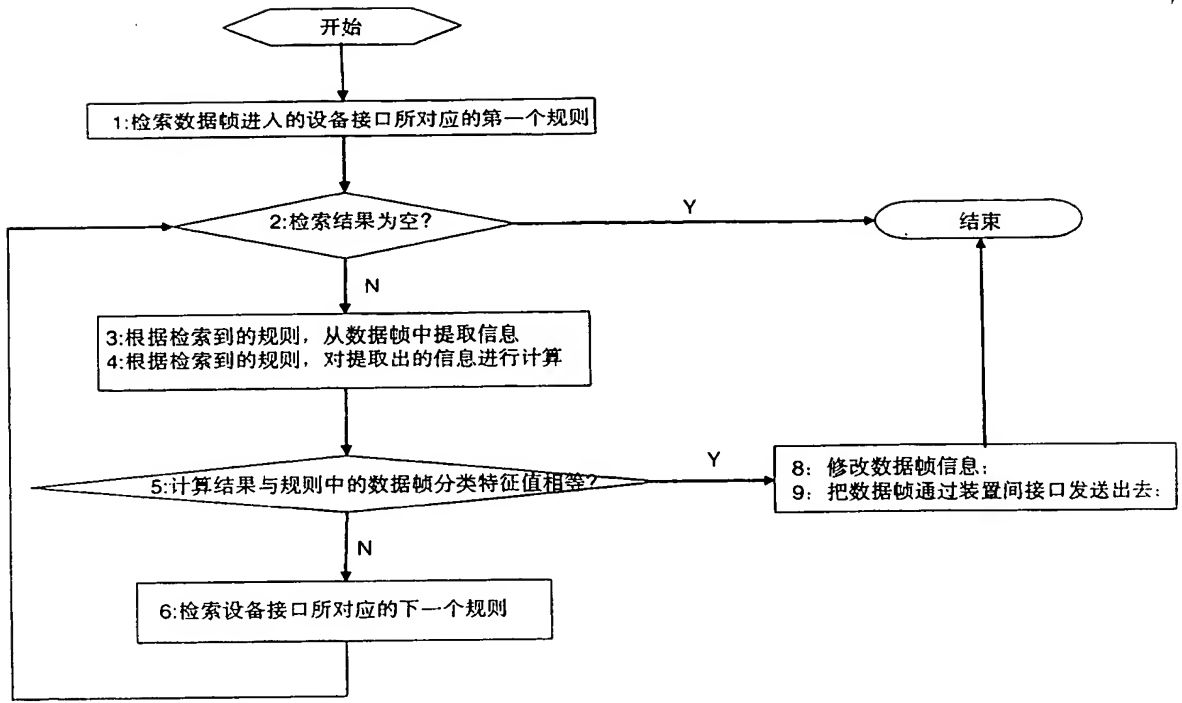


图4A (F1)

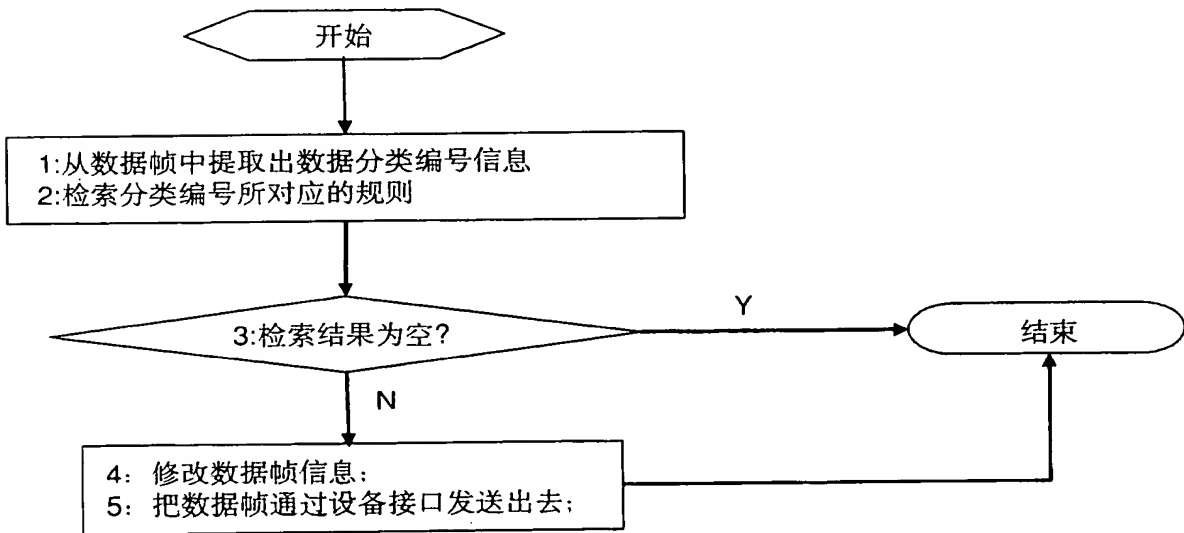


图4A (F2)

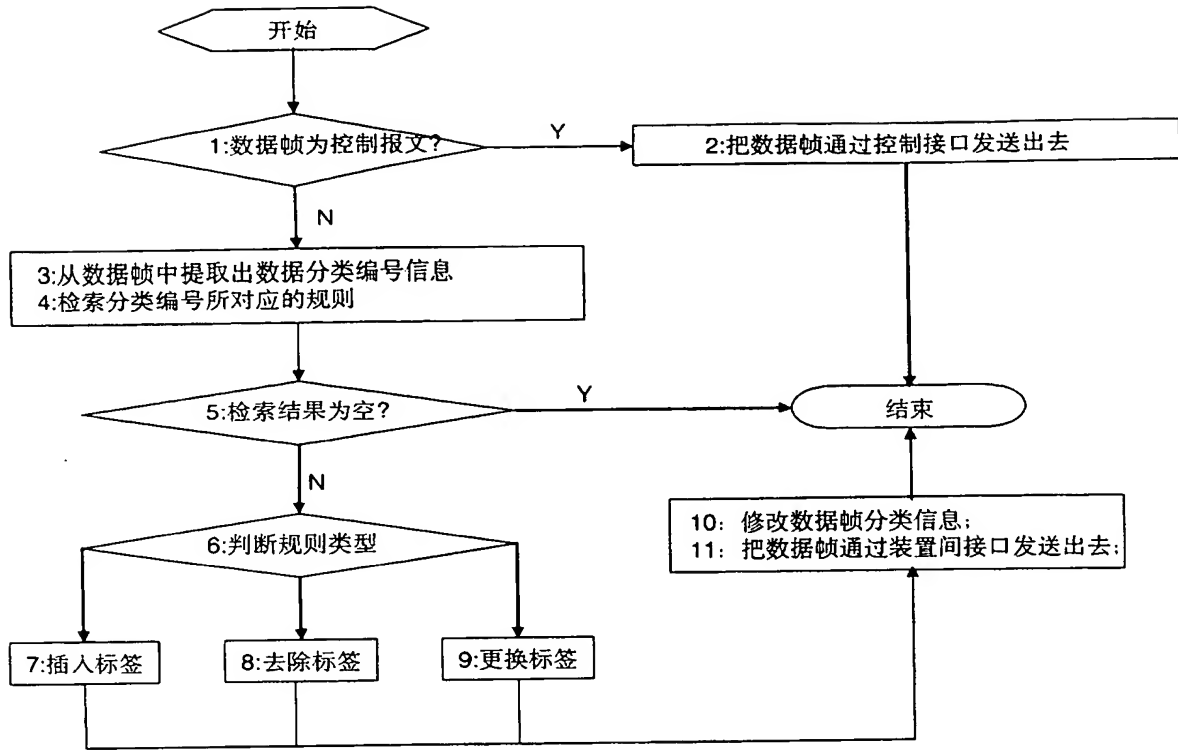


图5 (F)



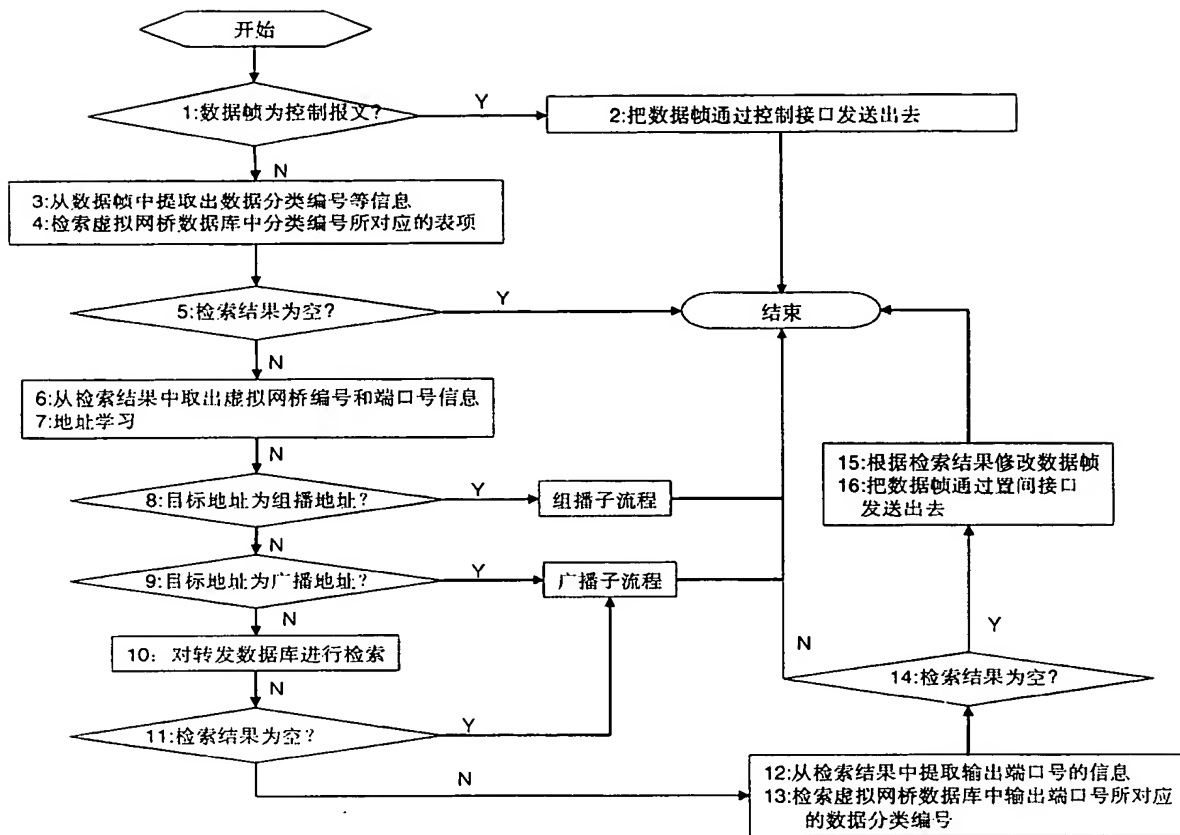


图6 (F1)

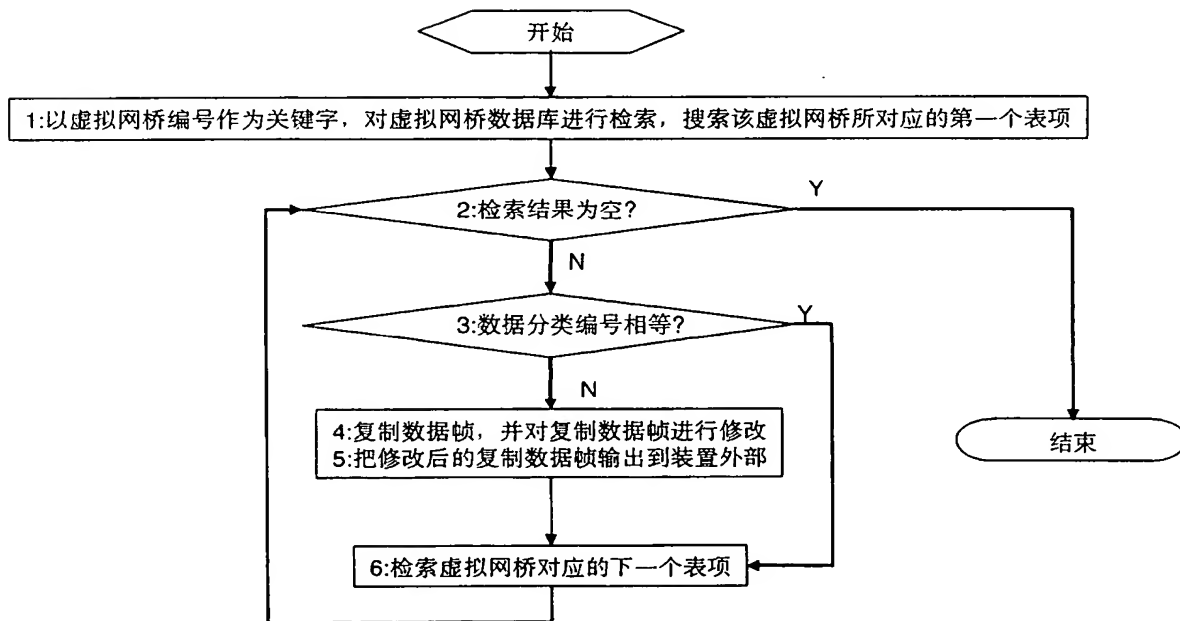


图6 (F2)

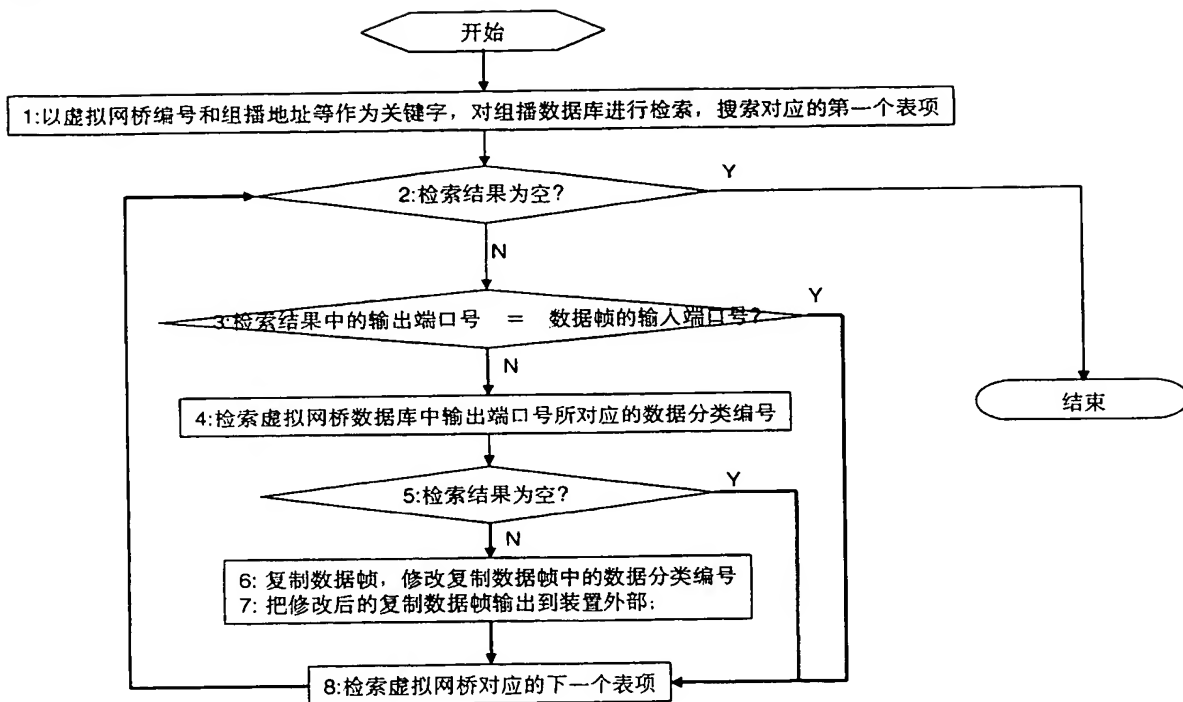


图6 (F3)

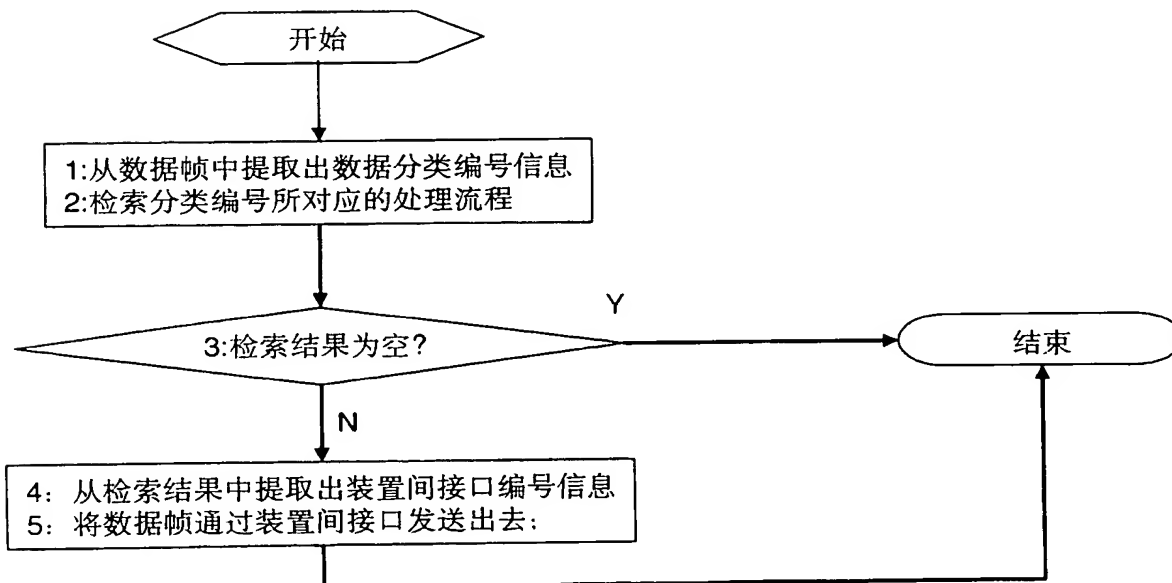


图7 (F)